

サステイナブル・ビルディングにおける BIM の活用に関する研究

日大生産工(院) ○末松 祐希 日大生産工 宮崎 隆昌
日大生産工 中澤 公伯

1. はじめに

本稿は、サステイナブル・ビルディングの一例：既存建築物の用途転換（コンバージョン）において、BIMの効果について考察したものである。

産業革命以降、化石燃料をはじめとするエネルギー資源や物質資源を利用しながら、建築や都市を環境とする生活において、利便性や快適性を目指してきた¹⁾。これにより、地球規模の環境問題が引き起こされ、建設業界で注目されているのが「サステイナブル・ビルディング」である。中でも、建築躯体を残し、インフィルの改装により用途を転換し再利用するコンバージョンは、建築物の長寿命化と有効利用の面で非常に評価が高い²⁾。

一方、IT化の遅れが指摘されているわが国の建設業界においても、昨今、BIM (Building Information Modeling) の速やかな導入と実践が叫ばれている³⁾⁴⁾⁵⁾。2次元図面の3次元モデル化が実現しているだけでなく、建物のライフサイクルデータベースとしての側面もあり、セキュリティ業界を根本から変化するツールとして注目されている。しかし、現在のところBIMの利活用は未だ黎明期にあり、どのような場面で活躍できるのか不明瞭な点が多い。

そこで本研究では、既存建築物の用途転換における建築設計において、BIMの利用がどのような影響を与えるのか整理するために、BIMの特徴と照らし合わせながら、コンバージョン事例58例をまとめると共に、コンバージョン設計におけるBIM活用シミュレーションを行い、その効果を検討することを目的としている。

2. サステイナブル・ビルディング

近年、サステイナブル・ビルディングの普及において、様々な手法が試みられている。例として、リノベーション、コンバージョン、リファイン、リニューアル、リフォーム等が挙げられる⁶⁾。全て既存建築物を活用し、再利用する手法である。この中でも、コンバージョンは建物の用途多転換を意味し、そのことは維持・修繕とはまったく別種の、利用に関する豊かな想像力を求められる。これにより、コ

ンバージョンは、新たな可能性を生み出すと考えられる。

そこで本研究では、建築ストック余剰時代を脱却する一つの手法としてコンバージョンに着目した。

2-1. コンバージョン概要

コンバージョンは、既存の使われなくなった建物を用途転換する手法である。その特徴を整理すると、①建築資材、産業廃棄物の大幅な削減、②設計・施工の低コスト化、プロジェクト短縮などが挙げられる。

2-2. コンバージョン事例調査

コンバージョン委員会により2004年に刊行された『建築コンバージョン事例集100』を調査対象とする⁷⁾。

調査対象の建築作品データ抽出項目は、作品名／所在地／敷地面積・建築面積・延床面積／建築構造／用途／竣工年とする。

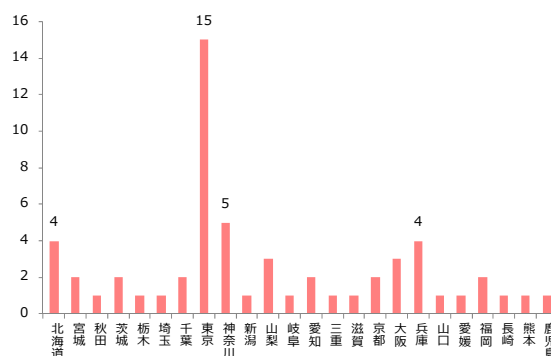


Fig. 1 所在地 (件)

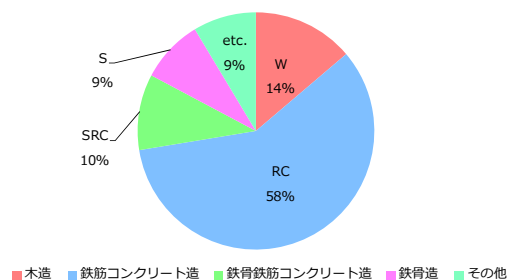


Fig. 2 建築構造の割合 (%)

A Study on the Effect to Sustainable Building by the Application of BIM-Design

Yuki SUEMATU, Takamasa MIYAZAKI and Kiminori NAKAZAWA

(1) 所在地 (Fig.1)

今回調査した事例の中で、コンバージョンが最も多く行なわれていた都道府県は、東京都 (25%) だった。次に、神奈川県 (8%)、北海道・兵庫県 (6%) と続く。

(2) 構造 (Fig.2)

最もコンバージョンが行なわれていたのは、鉄筋コンクリート造 (58%) だった。次いで、木造 (14%)、鉄骨鉄筋コンクリート造 (10%) だった。

(3) 面積 (Fig.3)

国土交通省より平成23年建築着工統計調査報告による新築建物の延べ床面積の平均と調査対象の延床面積の平均を構造別に比較したところ、コンバージョンが行なわれている建物は、新築の延床面積に比べて、面積が広く、建築規模が大きい。

(4) 用途 (Fig.4)

コンバージョンの対象となる建物には、事務所 (26%) や学校の校舎 (24%) が多い。また、使われなくなった工場 (12%) や倉庫 (5%) も行なわれることが多い。元々住宅である建物がコンバージョンされる例は、2%と少ない。

一方で、コンバージョンによる転換後の用途は、店舗 (19%) や病院や診療所 (5%) などが多かった。他に、集合住宅等へのコンバージョンが多く見られたが、居住目的だけでなく、店舗と結合している複合施設 (9%) であった。

(5) 竣工年 (Fig.5)

既存建物は、主に1960~1980年代に建てられた建物であり、これらは2001年以降盛んにコンバージョンされている。また、コンバージョンの対象となる建物には経過年数ごとに要因がある。1~20年 (24%) は用途の不適合、20~40年 (28%) は設備の劣化、40~60年 (2%) は建物の老朽化であり、60年以上 (22%) 経過している建物は建物自体の文化財としての保存が目的と考えられる。

(6) まとめ

得られた調査結果より、東京都心部における建設ラッシュよりビルの供給過剰をきっかけにコンバージョンが普及したことが考えられる。また、用途の変更において、商業施設や病院、老人ホームなど、建物内部の「維持管理」や「安全性」の向上が必要な建物へと変えられていることがわかった。

これらの事と、BIMの特徴から、プロジェクト全体を管理することが可能であり、建設工法の最適化を図れるBIMを利用することで、設計段階や管理の場面でより潤滑に作業を行なうことが可能である事から、コンバージョンに非常に有効である事が明らかである。

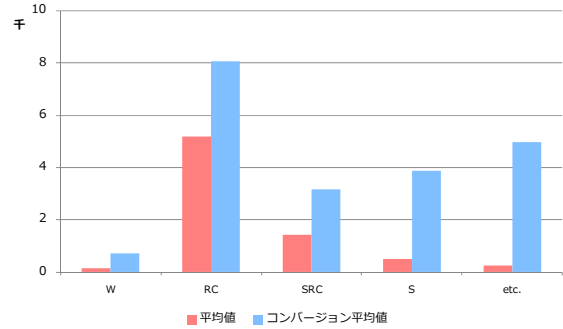


Fig. 3 構造別延床面積の平均 (m²)

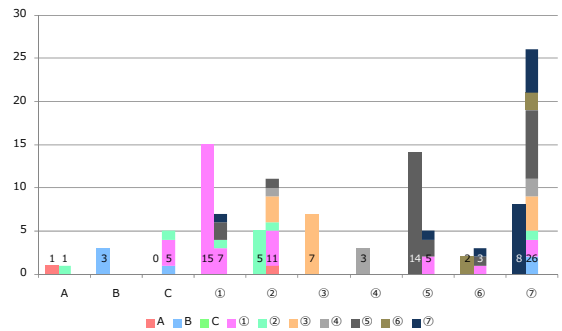


Fig. 4 用途の比較 (件)

- A:居住専用住宅
- B:居住専用準住宅
- C:居住産業併用建築物
- ①:事務所
- ②:店舗
- ③:工場及び作業場
- ④:倉庫
- ⑤:学校の校舎
- ⑥:病院・診療所
- ⑦:その他

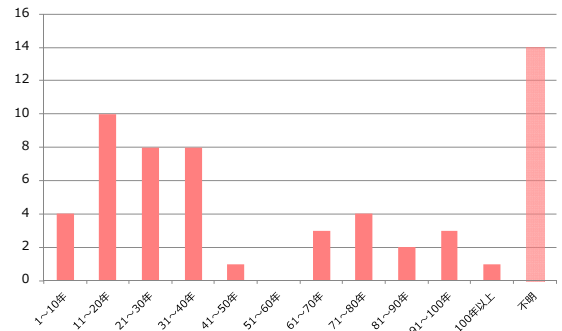


Fig. 5 経過年数 (件)

3. コンバージョン設計におけるBIM活用事例 (シミュレーション)

3-1. 対象建築物

本研究の対象建築物は、東京都某所に立地する事務所ビルHビルとする。Table 1に示すように、昭和63年に竣工したSRC造建築物で、1階が店舗、2階以上が事務所の複合ビルである。この内Table 2に示すように、1階及び2階をコンバージョン設計の対象とした。既存建築物の3次元モデルをFig.6に示す。

3-2. BIM活用シミュレーション

Hビルの1階及び2階のコンバージョン仮想案4案をAutodesk Revit Architecture 2011により3次元モデル化したものが、Fig.7 (モデルA)、Fig.8 (モデルB)、Fig.9 (モデルC)、Fig.10 (モデルD)である。モデルAはエステティックサロン(サービス業)へ、モデルBはレンタルキッチン(飲食店)へ、モデルCは多目的コミュニティ(集会場)へ、モデルDはカフェ(飲食店)へのコンバージョンを設定した。

モデルA, B, C, Dの変更後延床面積はそれぞれ、1385.3m²、729.1m²(1階のみ)、1370.0m²、718.7m²(1階のみ)で、このうち改築分は、915.0m²(66.1%)、321.9m²(44.2%)、1117.67m²(81.6%)、413.2m²(57.5%)で、床面積ベースでは、C, A, D, Bの順で改築費がかさむことが予測される。

Table 1 建物概要

名称	Hビル
所在地	東京都某所
建築規模	地上7階・地下1階・塔屋1階
施工年月日	昭和63年7月1日
建築構造	鉄骨鉄筋コンクリート造
用途	事務所・店舗
建築面積	704.7m ²
延床面積	3703.9m ²
敷地面積	1087.7m ²
容積率	340.50%

Table 2 対象フロア概要

1階床面積	721.0m ²
2階床面積	664.4m ²
延床面積	1385.4m ²

Table 3 コンバージョン案

	A	B	C	D
用途	サービス業	飲食店	集会場	飲食店
店舗規模	1,2階	1階	1階 2階吹抜	1階
床面積	1385.3m ²	729.1m ²	1370.0m ²	718.7m ²

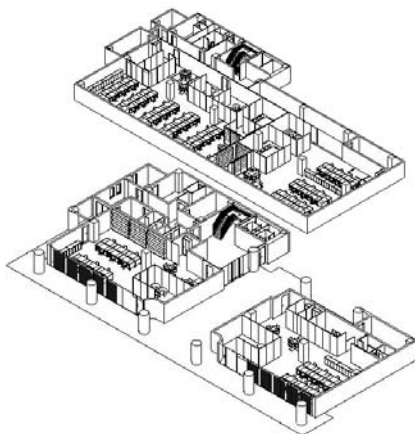


Fig. 6 既存モデル (3D)

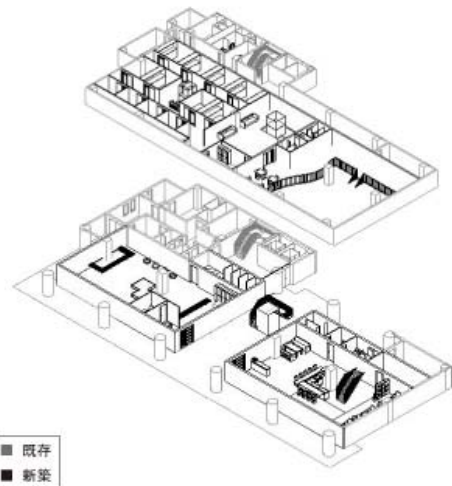


Fig. 7 モデル A (3D)

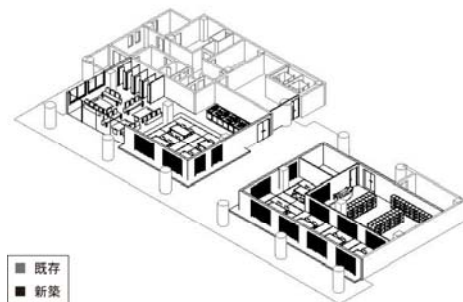


Fig. 8 モデル B (3D)

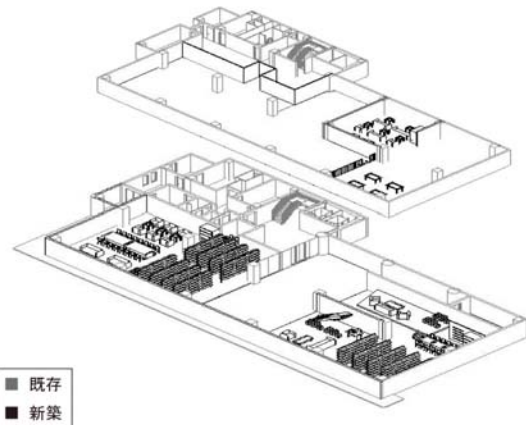


Fig. 9 モデル C (3D)

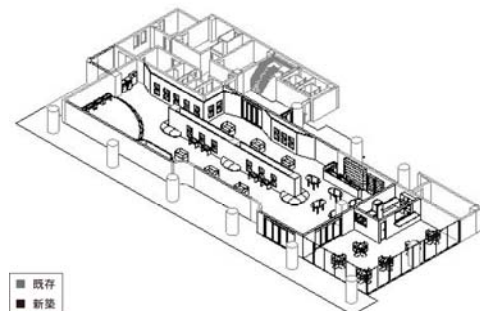


Fig. 10 モデル D (3D)

3-3. 部材情報による検討

Table 4は、既存建物の1階及び2階部分の天井、床、壁の各階の部材情報を、Table 5~Table 8は、モデルA、B、C、Dのそれぞれの部材情報を示したものである。また、Table 9は各モデルの部材数を示したものである。BIMの集計表を活用し、天井、床、壁のそれぞれに係る部材群ごとに、解体された部材の体積、存置された部材の体積、新規に改築された部材の体積を整理した。モデルA、B、C、Dの改築分はそれぞれ、302.0m³ (55.8%)、97.5m³ (36.6%)、177.5m³ (32.8%)、141.3m³ (53.1%)であり、3-2の結果(順位)と異なったものとなった。

Table 4 既存部材情報 (m³)

天井			床			壁		
1FL	2FL	合計	1FL	2FL	合計	1FL	2FL	合計
28.5	33.3	61.8	105.6	99.8	205.4	131.9	142.3	274.2

Table 5 モデル A 部材情報

		A					
		解体		既存		新規	
		m ³	%	m ³	%	m ³	%
天井	1FL	15.9	55.6%	12.7	53.4%	11.1	46.6%
	2FL	30.7	92.4%	2.5	7.5%	31.1	92.5%
	合計	46.6	75.4%	15.2	26.5%	42.2	73.5%
床	1FL	49.8	47.2%	55.8	50.9%	53.8	49.1%
	2FL	77.5	77.6%	22.4	27.1%	60.2	72.9%
	合計	127.3	62.0%	78.1	40.7%	114.0	59.3%
壁		128.2	46.7%	146.0	40.7%	212.9	59.3%
合計		302.0	55.8%	239.4	39.3%	369.0	60.7%

Table 6 モデル B 部材情報

		B					
		解体		既存		新規	
		m ³	%	m ³	%	m ³	%
天井	1FL	16.1	56.4%	12.4	45.8%	14.8	54.2%
床	1FL	42.8	40.5%	62.8	48.5%	66.8	51.5%
壁		38.6	29.2%	93.1	69.1%	41.6	30.9%
合計		97.5	36.6%	168.3	57.8%	123.1	42.2%

Table 7 モデル C 部材情報

		C					
		解体		既存		新規	
		m ³	%	m ³	%	m ³	%
天井	1FL	22.1	77.5%	6.4	41.7%	9.0	58.3%
	2FL	0.0	0.0%	33.9	100.0%	0.0	0.0%
	合計	22.1	35.8%	40.3	81.7%	9.0	18.3%
床	1FL	39.0	36.9%	66.6	54.8%	54.9	45.2%
	2FL	80.6	80.7%	19.3	38.8%	30.3	61.2%
	合計	119.6	58.2%	85.8	50.2%	85.2	49.8%
壁		35.8	13.0%	238.4	75.8%	76.1	24.2%
合計		177.5	32.8%	364.5	68.2%	170.30	31.8%

Table 8 モデル D 部材情報

		D					
		解体		既存		新規	
		m ³	%	m ³	%	m ³	%
天井	1FL	23.9	83.8%	4.6	16.5%	23.2	83.5%
床	1FL	85.1	80.6%	20.5	17.1%	99.3	82.9%
壁		32.3	24.5%	99.6	67.0%	49.0	33.0%
合計		141.3	53.1%	124.7	42.1%	171.4	57.9%

Table 9 部材数

	構造	天井		床		壁		建具	衛生設備	家具
		1FL	2FL	1FL	2FL	1FL	2FL			
既存	1FL	59	19	16	73	23	9	134		
	2FL	59	12	6	44	14	11	244		
	合計	118	31	22	117	37	20	378		
A	1FL	60	16	16	61	26	14	76		
	2FL	59	9	7	59	26	17	57		
	合計	119	25	23	120	52	31	133		
B	1FL	59	18	17	53	37	14	86		
	2FL	59	12	6	44	14	11	244		
	合計	118	30	23	97	51	25	330		
C	1FL	59	17	17	66	18	6	116		
	2FL	59	11	5	43	9	11	17		
	合計	118	28	22	109	27	17	133		
D	1FL	59	18	18	73	29	7	94		
	2FL	59	12	6	44	14	11	244		
	合計	118	30	24	117	43	18	338		

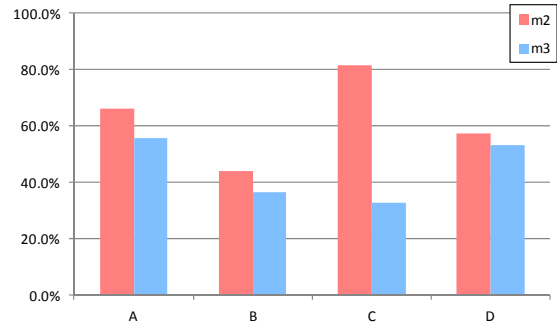


Fig. 11 既存建築ビルに対する解体面積 (m²)、解体体積 (m³) の割合 (%)

4. 考察

コンバージョンの設計において、建て替えに比べて費用が安価であることが重要である。本研究で得られた結果により、2次元CADでの面積計算によりコンバージョン費用を検討するよりも、BIMを用いて3次元上で材料の体積により検討する方がより正確な情報を得られることが可能である。

本研究では、天井、床、壁のみでの計算によるもので、より正確な情報を得るには、精密な分析を行なうことが重要であり、建具や家具、また仕上げなどの詳細な情報が必要である。

また、BIMで設計することにより、3次元モデル化が可能であり、部材に情報を加えることにより、解体された部材、存置された部材、改築された部材が瞬時に表示することが可能と考えられる。

今後の研究課題として、比較対象の拡大化、詳細な情報の追加等を行ない、より実践に近い形でシミュレーションを行い、更なる実用性を見出すことを目指している。

これらより、コンバージョン設計において、BIMを手法として取り入れることで、サステナブル・ビルディングの更なる発展を期待したい。

「参考文献」

- 1) 木戸裕, 持続可能な社会の構築, 国立国会図書館, (2010) p.159-160.
- 2) 井村志郎 コンバージョン [計画・設計] マニュアル, 大日本印刷, (2004) p.8-18.
- 3) 山梨知彦, 業界が一変するBIM建設革命, 日本実業出版社, (2009) p.256.
- 4) 吉川充, 建築業界変革論, 幻冬舎, (2012) p.166.
- 5) 国土交通省大臣官房官庁営繕部整備課施設評価室, 官庁営繕事業におけるBIM導入プロジェクトについて, 建設マネジメント技術, (2011) p.25-28.
- 6) 深尾精一, 公共建築のリノベーション・コンバージョンを円滑に進めるためのガイドライン, 社団法人 公共建築協会, (2010), p7-8
- 7) 松村秀一, 建築コンバージョン事例集100, テアアダー出版, (2004) p.3.